

FORM PTO-1390 (Modified) (REV 11-2000)		U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE PATENT AND TRADEMARK OFFICE		ATTORNEY'S DOCKET NUMBER	
TRANSMITTAL LETTER TO THE UNITED STATES DESIGNATED/ELECTED OFFICE (DO/EO/US) CONCERNING A FILING UNDER 35 U.S.C. 371				208719US2PCT	
				U.S. APPLICATION NO. (IF KNOWN, SEE 37 CFR 09/856143	
INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/JP98/05373		INTERNATIONAL FILING DATE 30 November 1998		PRIORITY DATE CLAIMED NONE	
TITLE OF INVENTION STAGE UNIT AND ITS MAKING METHOD, AND EXPOSURE APPARATUS AND ITS MAKING METHOD					
APPLICANT(S) FOR DO/EO/US Keiichi TANAKA					
Applicant herewith submits to the United States Designated/Elected Office (DO/EO/US) the following items and other information:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <input checked="" type="checkbox"/> This is a <b>FIRST</b> submission of items concerning a filing under 35 U.S.C. 371.</li> <li>2. <input type="checkbox"/> This is a <b>SECOND</b> or <b>SUBSEQUENT</b> submission of items concerning a filing under 35 U.S.C. 371.</li> <li>3. <input checked="" type="checkbox"/> This is an express request to begin national examination procedures (35 U.S.C. 371(f)). The submission must include items (5), (6), (9) and (24) indicated below.</li> <li>4. <input checked="" type="checkbox"/> The US has been elected by the expiration of 19 months from the priority date (Article 31).</li> <li>5. <input checked="" type="checkbox"/> A copy of the International Application as filed (35 U.S.C. 371 (c) (2)) <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <input type="checkbox"/> is attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau).</li> <li>b. <input checked="" type="checkbox"/> has been communicated by the International Bureau.</li> <li>c. <input type="checkbox"/> is not required, as the application was filed in the United States Receiving Office (RO/US).</li> </ol> </li> <li>6. <input checked="" type="checkbox"/> An English language translation of the International Application as filed (35 U.S.C. 371(c)(2)). <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <input checked="" type="checkbox"/> is attached hereto.</li> <li>b. <input type="checkbox"/> has been previously submitted under 35 U.S.C. 154(d)(4).</li> </ol> </li> <li>7. <input checked="" type="checkbox"/> Amendments to the claims of the International Application under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371 (c)(3)) <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <input type="checkbox"/> are attached hereto (required only if not communicated by the International Bureau).</li> <li>b. <input type="checkbox"/> have been communicated by the International Bureau.</li> <li>c. <input type="checkbox"/> have not been made; however, the time limit for making such amendments has NOT expired.</li> <li>d. <input checked="" type="checkbox"/> have not been made and will not be made.</li> </ol> </li> <li>8. <input type="checkbox"/> An English language translation of the amendments to the claims under PCT Article 19 (35 U.S.C. 371(c)(3)).</li> <li>9. <input checked="" type="checkbox"/> An oath or declaration of the inventor(s) (35 U.S.C. 371 (c)(4)).</li> <li>10. <input type="checkbox"/> An English language translation of the annexes of the International Preliminary Examination Report under PCT Article 36 (35 U.S.C. 371 (c)(5)).</li> <li>11. <input type="checkbox"/> A copy of the International Preliminary Examination Report (PCT/IPEA/409).</li> <li>12. <input checked="" type="checkbox"/> A copy of the International Search Report (PCT/ISA/210).</li> </ol>					
<p><b>Items 13 to 20 below concern document(s) or information included:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. <input type="checkbox"/> An Information Disclosure Statement under 37 CFR 1.97 and 1.98.</li> <li>14. <input type="checkbox"/> An assignment document for recording. A separate cover sheet in compliance with 37 CFR 3.28 and 3.31 is included.</li> <li>15. <input checked="" type="checkbox"/> A <b>FIRST</b> preliminary amendment.</li> <li>16. <input type="checkbox"/> A <b>SECOND</b> or <b>SUBSEQUENT</b> preliminary amendment.</li> <li>17. <input type="checkbox"/> A substitute specification.</li> <li>18. <input type="checkbox"/> A change of power of attorney and/or address letter.</li> <li>19. <input type="checkbox"/> A computer-readable form of the sequence listing in accordance with PCT Rule 13ter.2 and 35 U.S.C. 1.821 - 1.825.</li> <li>20. <input type="checkbox"/> A second copy of the published international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).</li> <li>21. <input type="checkbox"/> A second copy of the English language translation of the international application under 35 U.S.C. 154(d)(4).</li> <li>22. <input type="checkbox"/> Certificate of Mailing by Express Mail</li> <li>23. <input checked="" type="checkbox"/> Other items or information:</li> </ol> <p><b>Request for Consideration of Documents Cited in International Search Report</b>  <b>Drawings (17 sheets)</b>  <b>PCT/IB/308</b></p>					

U.S. APPLICATION NO. (IF KNOWN, SEE 37 CFR 1.492 (a) (1) - (5)) : <b>09/856143</b>	INTERNATIONAL APPLICATION NO. <b>PCT/JP98/05373</b>	ATTORNEY'S DOCKET NUMBER <b>208719US2PCT</b>
---	--	---

24. The following fees are submitted:				<b>CALCULATIONS PTO USE ONLY</b>	
<b>BASIC NATIONAL FEE ( 37 CFR 1.492 (a) (1) - (5)) :</b>					
<input type="checkbox"/> Neither international preliminary examination fee (37 CFR 1.482) nor international search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) paid to USPTO and International Search Report not prepared by the EPO or JPO ..... <b>\$1000.00</b>					
<input checked="" type="checkbox"/> International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) not paid to USPTO but International Search Report prepared by the EPO or JPO ..... <b>\$860.00</b>					
<input type="checkbox"/> International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) not paid to USPTO but international search fee (37 CFR 1.445(a)(2)) paid to USPTO ..... <b>\$710.00</b>					
<input type="checkbox"/> International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) paid to USPTO but all claims did not satisfy provisions of PCT Article 33(1)-(4) ..... <b>\$690.00</b>					
<input type="checkbox"/> International preliminary examination fee (37 CFR 1.482) paid to USPTO and all claims satisfied provisions of PCT Article 33(1)-(4) ..... <b>\$100.00</b>					
<b>ENTER APPROPRIATE BASIC FEE AMOUNT =</b>				<b>\$860.00</b>	
Surcharge of <b>\$130.00</b> for furnishing the oath or declaration later than <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492 (e)).				<b>\$0.00</b>	
<b>CLAIMS</b>	<b>NUMBER FILED</b>	<b>NUMBER EXTRA</b>	<b>RATE</b>		
Total claims	24 - 20 =	4	x \$18.00	<b>\$72.00</b>	
Independent claims	8 - 3 =	5	x \$80.00	<b>\$400.00</b>	
Multiple Dependent Claims (check if applicable). <input type="checkbox"/>				<b>\$0.00</b>	
<b>TOTAL OF ABOVE CALCULATIONS =</b>				<b>\$1,332.00</b>	
Applicant claims small entity status. (See 37 CFR 1.27). The fees indicated above are reduced by 1/2.				<b>\$0.00</b>	
<b>SUBTOTAL =</b>				<b>\$1,332.00</b>	
Processing fee of <b>\$130.00</b> for furnishing the English translation later than <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 30 months from the earliest claimed priority date (37 CFR 1.492 (f)).				<b>\$0.00</b>	
<b>TOTAL NATIONAL FEE =</b>				<b>\$1,332.00</b>	
Fee for recording the enclosed assignment (37 CFR 1.21(h)). The assignment must be accompanied by an appropriate cover sheet (37 CFR 3.28, 3.31) (check if applicable). <input type="checkbox"/>				<b>\$0.00</b>	
<b>TOTAL FEES ENCLOSED =</b>				<b>\$1,332.00</b>	
				<b>Amount to be refunded</b>	\$
				<b>charged</b>	\$

- a. ☒ A check in the amount of **\$1,332.00** to cover the above fees is enclosed.
- b. ☐ Please charge my Deposit Account No. \_\_\_\_\_ in the amount of \_\_\_\_\_ to cover the above fees. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- c. ☒ The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees which may be required, or credit any overpayment to Deposit Account No. **15-0030** A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- d. ☐ Fees are to be charged to a credit card. **WARNING:** Information on this form may become public. **Credit card information should not be included on this form.** Provide credit card information and authorization on PTO-2038.

**NOTE:** Where an appropriate time limit under 37 CFR 1.494 or 1.495 has not been met, a petition to revive (37 CFR 1.137(a) or (b)) must be filed and granted to restore the application to pending status.

SEND ALL CORRESPONDENCE TO:



**22850**

Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

*Surinder Sachar*  
SIGNATURE  
**Marvin J. Spivak**  
NAME  
**24,913**  
REGISTRATION NUMBER  
*May 30 2001*  
DATE

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Keiichi TANAK

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION Based on PCT/JP98/05373

FILED: HEREWITH

FOR: STAGE UNIT AND ITS MAKING METHOD, AND EXPOSURE APPARATUS  
AND ITS MAKING METHOD

**REQUEST FOR CONSIDERATION OF DOCUMENTS**  
**CITED IN INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that applicant(s) request that the Examiner consider the documents cited in the International Search Report according to MPEP §609 and so indicate by a statement in the first Office Action that the information has been considered. When the Form PCT/DO/EO/903 indicates both the search report and copies of the documents are present in the national stage file, there is no requirement for the applicant(s) to submit them (1156 O.G. 91 November 23, 1993).

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Attorney of Record  
Registration No. 34,423



**22850**

# PATENT COOPERATION TREATY

PCT

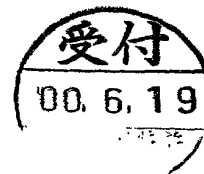
## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TATEISHI, Atsuji  
Paseo Building  
5th floor  
4-20, Haramachida 5-chome  
Machida-shi  
Tokyo 194-0013  
JAPON



Date of mailing (day/month/year) 08 June 2000 (08.06.00)		IMPORTANT NOTICE
Applicant's or agent's file reference FNI98041		
International application No. PCT/JP98/05373	International filing date (day/month/year) 30 November 1998 (30.11.98)	Priority date (day/month/year)
Applicant NIKON CORPORATION et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
**AU,CN,JP,KR,US**

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

**AL,AP,BA,BB,BG,BR,CA,CU,CZ,EA,EE,EP,GD,GE,HR,HU,ID,IL,IS,LC,LK,LR,LT,LV,MG,MK,MN, MX,NO,NZ,OA,PL,RO,SG,SI,SK,SL,TR,TT,UA,UZ,VN,YU**

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
08 June 2000 (08.06.00) under No. WO 00/33318

### REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

### REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  J. Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

## 明 細 書

ステージ装置及びその製造方法、並びに露光装置及びその製造方法

## 技術分野

本発明は、ステージ装置及びその製造方法、並びに露光装置及びその製造方法に係り、より詳細には搭載された試料の位置制御を行うステージ装置及びその製造方法、並びに該ステージ装置を備え、所定のパターンを基板上に転写する露光装置及びその製造方法に関する。

## 背景技術

従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、適宜「感応基板又はウエハ」という）上に転写する露光装置が用いられている。こうした露光装置としては、いわゆるステッパ等の静止露光型の投影露光装置や、いわゆるスキャニング・ステッパ等の走査露光型の投影露光装置が主として用いられている。これらの種類の投影露光装置では、レチクルに形成されたパターンをウエハ上の複数のショット領域に順次転写する必要から、ウエハを保持して２次元移動可能なステージ装置が設けられている。

かかるステージ装置においては、高精度に露光位置にウエハの位置制御を行う必要があるため、ウエハはウエハホルダ上に真空吸着等によって保持され、このウエハホルダがステージ装置を構成するウエハテーブル（移動体）上に固定される。従来、かかるウエハテーブルは、ウエハテーブルと機械的に接触した駆動装置によって、機械的な案内面に沿って駆動され移動可能となっていた。したがっ

化したとき、スループット向上のためにウエハを高速に移動させようとする、大きな推力で可動子を駆動することになるので、露光精度が大きく低下してしまう。すなわち、ウエハの大型化に伴い、スループットの向上と露光精度の向上との両立を図ることが困難となってきた。

本発明は、かかる事情の下でなされたものであり、その第1の目的は、搭載した試料を高速に移動可能であり、かつ、精度の良い位置制御が可能なステージ装置を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、基板の高速移動及び高精度位置制御によって、スループット向上及び露光精度向上の双方を図ることが可能な露光装置を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明は、第1の観点からは、可動子(51)と固定子(60)とを含む駆動装置(50)と；前記可動子(51)の駆動によって前記固定子(60)に作用する反力をキャンセルする力を、電磁相互作用によって前記固定子(60)に付与する反力キャンセル機構(45X1, 45X2, 45Y1, 45Y2, 63C1, 63C2, 63C3, 63C4, 19, 22)とを備えるステージ装置である。以下、このステージ装置を「本発明の第1のステージ装置」と呼ぶ。

これによれば、反力キャンセル機構が、制御性、線形性に優れた電磁相互作用によって、固定子に作用する反力をキャンセルする力を発生して固定子に付与しているので、固定子に作用する反力を正確にキャンセルすることができる。したがって、可動子の駆動力が大きくなっても、固定子の振動を防止することができるので、搭載した試料を高速移動しつつ、高精度に位置制御を行うことができる。

本発明の第1のステージ装置において、反力キャンセル機構が、任意の大きさかつ任意の方向の力を固定子の任意の点に付与できるのであれば、可動子を並進

、全てが平行とはならない予め定められた方向の力であって、前記反力に応じた大きさの３種類の力を付与することによって反力をキャンセルすることができる。

本発明の第１のステージ装置では、前記駆動装置が、前記可動子の駆動力を電磁相互作用によって発生させる構成とすることができる。かかる場合、駆動装置においては、上述のように制御性、線形性に優れた電磁相互作用によって可動子の駆動力を発生させているので、可動子の駆動前に駆動後に固定子に作用する反力を正確に特定することができる。したがって、可動子の駆動と同時に、反力キャンセル機構が、駆動後に固定子に作用する反力をキャンセルする力を固定子に対してフィードフォワード的に付与することができるので、非常に迅速かつ正確に固定子に作用する反力をキャンセルすることができる。すなわち、見かけ上固定子には反力が作用しない状態とすることができる。

上記の可動子の駆動力を電磁相互作用によって発生させる駆動装置は、例えば、前記固定子が、所定平面上でマトリクス状に配列され、前記所定平面に略平行な電流経路を有する複数の電機子コイル（６３）を含む電機子ユニット（６１）を有し、前記可動子が、前記所定平面と交差する方向の磁束を発生する駆動用磁極ユニット（５１）を有する構成とすることができる。

この駆動装置を備える本発明の第１のステージ装置では、前記反力キャンセル機構を、前記電機子ユニットの四隅部に配置された電機子コイル（６３Ｃ１，６３Ｃ２，６３Ｃ３，６３Ｃ４）の電流経路と交差する磁束を発生する反力キャンセル用磁極ユニット（４５Ｘ１，４５Ｘ２，４５Ｙ１，４５Ｙ２）と；前記電機子ユニットの四隅部に配置された電機子コイルに供給される電流の向きと大きさを制御する制御系（１９，２２）とを備えて構成することができる。かかる場合には、制御系が電機子ユニットの四隅部の電機子コイルに供給される電流の向きと大きさを制御することにより、磁極ユニットが発生した磁界と電機子ユニットの四隅部の電機子コイルを流れる電流との電磁相互作用によって、反力をキ

直交する 2 軸方向に周期  $4P/3$  の交番磁界を 2 次的に発生する磁極ユニット (51) と; 前記電機子コイル (63) の各々に電流を供給することにより、前記磁極ユニット (51) を前記所定平面と平行な面内で前記電機子ユニットに対して相対移動させる電流駆動装置 (22) とを備えるステージ装置である。以下、このステージ装置を「本発明の第 2 のステージ装置」と呼ぶ。

これによれば、磁気抵抗の低い、安定した磁気回路を形成するにあたって、上記の磁石とは別に磁性体を使用することなく、磁極ユニットを上記の磁石のみで構成することができるので、可動子の軽量化を図ることができる。したがって、可動子の駆動力を低減することができ、固定子に作用する反力を低減することができるので、固定子の振動を低減することができ、搭載した試料を高速移動しつつ、高精度に位置制御を行うことができる。

本発明の第 2 のステージ装置では、前記電機子コイルを前記磁極ユニット側とは反対側で支持する磁性体部材 (62) を更に備えることができる。かかる場合には、磁極ユニットと磁性体部材とを介して磁気回路が構成されるので、磁気抵抗の低い、安定した磁気回路が構成できる。したがって、磁束密度の高い磁束を電機子コイルの配置位置に発生させることができる。なお、磁性体部材の材質としては、高電気抵抗、高飽和磁束密度、低磁気ヒステリシス、低保磁力のものを採用することが望ましい。

また、本発明の第 2 のステージ装置では、前記電機子ユニットと前記磁極ユニットとの間に配置され、非磁性材料かつ非導電材料から成る平板状部材 (68) を更に備えることができる。かかる場合には、磁極ユニットをエアベアリング方式により電機子ユニットと非接触とする場合に、磁極ユニット側から吹き出された空気が平板状部材に吹き付けられることにより、磁極ユニットと平板状部材ひいては電機子ユニットとを非接触状態とすることができる。また、平板状部材は非磁性体かつ非導電体なので、磁極ユニットが発生する磁束に影響を与えることがない。したがって、小さな駆動力で高速の相対移動を簡易に行うことが可能と



れた複数の磁石（５５，５６，５７Ｎ，５７Ｓ，５８Ｎ，５８Ｓ）を有し、前記電機子ユニット（６１）側の反対側には実質的に磁界を発生させず、前記電機子コイル（６３）との間に、互いに直交する２軸方向に周期４Ｐ／３の交番磁界を２次元的に発生する磁極ユニット（５１）を提供する工程と；前記電機子コイルの各々に電流を供給することにより、前記磁極ユニット（５１）を前記所定平面と平行な面内で前記電機子ユニット（６１）に対して相対移動させる電流駆動装置（２２）を提供する工程とを含むステージ装置の製造方法である。これによれば、電機子ユニット、磁極ユニット、及び電流駆動装置を用意し、これら及び他の部品を機械的、電氣的及び必要に応じて光学的に組み合わせ、調整することで、本発明の第２のステージ装置を製造することができる。

この場合、更に、前記磁極ユニット（５１）と前記電機子ユニット（６１）との位置関係を検出する位置検出系（３１）を提供する工程と；前記位置検出系（３１）による検出結果に基づいて、前記電機子コイル（６３）のそれぞれに供給される電流値及び電流方向の少なくとも一方を、前記電流駆動装置（２２）を介して制御する制御装置（２０）を提供する工程とを含むことが可能である。かかる場合には、磁極ユニットと電機子ユニットとの相対位置や相対速度を制御することができるステージ装置を製造することができる。

なお、本発明の第１のステージ装置と第２のステージ装置とを同一のステージ装置に適用することができることは勿論である。かかる場合には、例えば可動子としての磁極ユニットの駆動力を低減して固定子に作用する反力を低減した上で、該反力を正確にキャンセルすることができる。

また、上述した本発明の第１のステージ装置の製造方法と、本発明の第２のステージ装置の製造方法との双方を同一のステージ装置の製造にあつて適用することにより、本発明の第１のステージ装置と第２のステージ装置との双方が適用されたステージ装置を製造することができる。

本発明は、第５の観点からすると、エネルギービームを照射して基板を露光し、

(51)を前記所定平面と平行な面内で前記電機子ユニット(61)に対して相対移動させる電流駆動装置(22)とを提供することによりステージ装置を製造し;前記ステージ装置(30)を、前記基板(W)の位置制御を行う位置制御装置として配置することを含む露光装置の製造方法である。これによれば、本発明の第2のステージ装置を基板の位置制御を行う位置制御装置として具備する露光装置を製造することができる。

なお、本発明の第1のステージ装置と第2のステージ装置との双方が適用されたステージ装置を基板の位置制御を行う位置制御装置として具備する露光装置を構成することができることは勿論である。かかる場合には、更にスループット向上及び露光精度向上の双方を図ることができる。

また、上述した本発明の第1のステージ装置を備えた露光装置の製造方法と、本発明の第2のステージ装置を備えた露光装置の製造方法との双方を同一の露光装置の製造にあつて適用することにより、本発明の第1のステージ装置と第2のステージ装置との双方が適用されたステージ装置を備える露光装置を製造することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る一実施形態の露光装置の概要構成を示す図である。

図2は、図1の露光装置のステージ装置周辺の構成を示す斜視図である。

図3は、磁極ユニットの構成を示す図である。

図4(A)～図4(H)は、磁極ユニットを構成する永久磁石群及び永久磁石の構成を示す図(その1)である。

図5(A)～図5(D)は、磁極ユニットを構成する永久磁石群及び永久磁石の構成を示す図(その2)である。

図6(A)～図6(C)は、磁極ユニットにおける磁極の配置を説明するための図である。

XY 2次元方向（Z軸回りの回転方向を含む）に駆動するステージ装置30、及びこれらの制御系等を備えている。

前記照明系10は、光源、フライアイレンズ等からなる照度均一化光学系、リレーレンズ、可変NDフィルタ、レチクルブラインド、及びダイクロイックミラー等（いずれも不図示）を含んで構成されている。こうした照明系の構成は、例えば、特開平10-112433号公報に開示されている。この照明系10から射出された照明光ILは、折り曲げミラー7によって反射された後、回路パターン等が描かれたレチクルR上のレチクルブラインドで規定されたスリット状（矩形状又は円弧状）の照明領域部分IAR（図10参照）をほぼ均一な照度で照明する。

前記レチクルステージRST上にはレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、ここでは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータから成る不図示のレチクルステージ駆動部によって、レチクルRの位置制御を行うため、照明光学系の光軸IX（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直なXY平面内で微小駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここではY軸方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。さらに、本実施形態では上記磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータはX駆動用コイル、Y駆動用コイルの他にZ駆動用コイルを含んでいるため、Z方向にも微小駆動可能となっている。

前述の2次元リニアアクチュエータの固定子は、支持部材40とは独立して配設された不図示のリアクションフレームに支持されている。このため、レチクルステージRSTを駆動した際に、2次元リニアアクチュエータの固定子に作用する反力はリアクションフレームにより大地（床）に伝達され、支持部材40に反力が伝わることはない。かかる反力のリアクションフレームを介した大地（床）への伝達については、例えば米国特許出願第08/416,558号に開示されており、本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令が許す限り

前記基板テーブル18上には、ウエハホルダ25が固定され、このウエハホルダ25によってウエハWが例えば真空吸着によって保持されている。

また、基板テーブル18上には、位置検出装置である支持部材40に固定されたウエハレーザ干渉計（以下、「ウエハ干渉計」という）31からのレーザビームを反射する移動鏡27が固定され、外部に配置されたウエハ干渉計31により、ウエハWのXY面内での位置が例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出されている。図1に示すように、ウエハ干渉計31は支持部材40に配設されている。ここで、ウエハWの位置情報（又は速度情報）はステージ制御系19及びこれを介して主制御装置20に送られ、ステージ制御系19では主制御装置20からの指示に応じて前記位置情報（又は速度情報）に基づいて、電流駆動装置22を介して駆動装置50を制御している。なお、実際には、図2に示されるように、基板テーブル18上には走査方向であるY軸方向に直交する反射面を有する移動鏡27Yと非走査方向であるX軸方向に直交する反射面を有する移動鏡27Xとが設けられ、ウエハ干渉計31は走査方向に1軸、非走査方向には2軸設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡27、ウエハ干渉計31として示されている。

上記のレチクルステージRST（前述の不図示の固定子を除く）、投影光学系PL、及びベース21、レチクル干渉計16、ウエハ干渉計31は、支持部材40によって支持されており、機械的に結合されている。

また、本実施形態の露光装置100は、駆動装置50の固定子60に作用する反力をキャンセルする力を固定子60に付与するための磁界を発生させる反力キャンセル用磁極ユニット45X、45Yを備えている。ここで、反力キャンセル用磁極ユニット45Xは固定子60に作用する反力のX成分をキャンセルするための磁界を発生し、また、反力キャンセル用磁極ユニット45Yは固定子60に作用する反力のY成分をキャンセルするための磁界を発生する。かかる反力キャンセル用磁極ユニット45X、45Yの構成については後述する。なお、実際に

N, 5 2 S, 5 3 N, 5 3 S, 5 4 N, 5 4 S 及び永久磁石 5 5, 5 6 が平面視で全体が網目状となるように配列された磁極ユニットとして構成されている。以下の説明においては、この可動子 5 1 を、便宜上、駆動用磁極ユニット 5 1 と呼ぶものとする。ここで、永久磁石群 5 2 N, 5 3 N, 5 4 N は、固定子 6 0 との対向面が実効的に N 極面となる磁石群であり、また、永久磁石群 5 2 S, 5 3 S, 5 4 S は、固定子 6 0 との対向面が実効的に S 極面となる磁石群である。なお、図 3 においては、網目の空間部分を太線枠で囲って示しており、また、網目構造の紙面左右の端部を除く構成要素の番号を示すのにあたり、引き出し線を省略して構成要素の上にその番号を記している。

駆動用磁極ユニット 5 1 では、上記の網目構造の中央部において永久磁石群 5 2 N, 5 2 S が交互にマトリクス状に配列されている。また、網目構造の 4 隅には永久磁石群 5 3 N, 5 3 S が交互に配列されており、また、各辺部では永久磁石群 5 4 N, 5 4 S が交互に配列されている。そして、永久磁石群 5 2 N と永久磁石群 5 2 S との間、永久磁石群 5 2 N と永久磁石群 5 4 S との間、及び永久磁石群 5 2 S と永久磁石群 5 4 N との間に永久磁石 5 5 が配置され、また、永久磁石群 5 3 N と永久磁石群 5 4 S との間、永久磁石群 5 3 S と永久磁石群 5 4 N との間、及び永久磁石群 5 4 N と永久磁石群 5 4 S との間に永久磁石 5 6 が配置されている。

なお、図 3 に示されるように、網目構造の 4 隅には永久磁石群 5 3 N, 5 3 S が交互に配列されるのは、紙面横方向（X 軸方向）の永久磁石群 5 2 N, 5 2 S の配列数が奇数であり、且つ、紙面縦方向（Y 軸方向）の永久磁石群 5 2 N, 5 2 S の配列数が奇数である場合である。紙面横方向の永久磁石群 5 2 N, 5 2 S の配列数が偶数のときには、紙面横方向に並ぶ 2 隅には、ともに永久磁石群 5 3 N 又は永久磁石群 5 3 S が配置され、また、紙面縦方向の永久磁石群 5 2 N, 5 2 S の配列数が偶数のときには、紙面縦方向に並ぶ 2 隅には、ともに永久磁石群 5 3 N 又は永久磁石群 5 3 S が配置されることになる。したがって、紙面横方向

されて構成されている。かかる永久磁石 5 8 S は、永久磁石 5 7 S がその底面及び N 極面に直交する面で 2 等分されたものとなっている。

前記永久磁石群 5 4 N は、図 5 (A) に示されるように、長手辺の長さが  $P/3$ 、短手辺の長さが  $P/6$  の矩形の底面と高さ  $H$  を有し、上記の永久磁石 5 2 N がその一側面に平行な面によって 2 等分された形状を有している。かかる永久磁石群 5 4 N は、1 つの永久磁石 5 7 N と 2 つの永久磁石 5 8 N とが組み合わされて構成されている。また、前記永久磁石群 5 4 S は、図 5 (B) に示されるように、長手辺の長さが  $P/3$ 、短手辺の長さが  $P/6$  の矩形の底面と高さ  $H$  を有し、上記の永久磁石群 5 2 S がその一側面に平行な面によって 2 等分された形状を有している。かかる永久磁石群 5 4 S は、1 つの永久磁石 5 7 S と 2 つの永久磁石 5 8 S とが組み合わされて構成されている。

前記永久磁石 5 5 は、図 5 (C) に示されるように、1 辺の長さが  $P/3$  の正方形の底面と高さ  $H$  とを有する直方体の形状を有し、互いに対向する 1 対の 2 側面の一方が N 極面とされ、他方が S 極面とされている。また、前記永久磁石 5 6 は、図 5 (D) に示されるように、1 辺が  $P/3$  であり、この辺と直交する辺の長さが  $P/6$  の長方形の底面と高さ  $H$  とを有する直方体の形状を有し、長手方向について互いに対向する 1 対の 2 側面の一方が N 極面とされ、他方が S 極面とされている。

以上の永久磁石群 5 2 N, 5 2 S, 5 3 N, 5 3 S, 5 4 N, 5 4 S と永久磁石 5 5, 5 6 とがそれらの底面が同一平面上になるとともに、平面視で前記の図 3 の配列となるように配置されて磁極ユニット 5 1 が構成されている。なお、永久磁石 5 5, 5 6 は、それらの磁極面が対向する永久磁石群 5 2 N, 5 2 S, 5 3 N, 5 3 S, 5 4 N, 5 4 S の磁極面の極性と反対の極性となるように配置されている。

以上のように駆動用磁極ユニット 5 1 は、磁化方向が Z 軸方向でない永久磁石が組み合わされて構成され、ヨーク部材が使用されていない。したがって、可動

前述した平面型モータ 50 の固定子 60 が構成されている。前記平板状コイル群 61 を構成する電機子コイル 63 の配置等については後述する。

なお、電機子コイル 63 への電流供給による電機子コイル 63 の発熱に伴う電機子コイル 63、その周辺部材の温度上昇や、電機子コイル 63 の周辺雰囲気の揺らぎを防止するため、本実施形態では電機子コイル 63 の冷却を行っている。かかる冷却は、前記平板状部材 68 と容器 69 と磁性体部材 62 とで囲まれる閉空間を、平板状コイル群 61 の電機子コイル 63 を冷却するための冷却液（冷媒）の通路とすることにより行われている。すなわち、前記閉空間の一侧には、不図示の流入口が設けられ、他側には不図示の流出口（排出口）が設けられ、不図示の冷却制御機から冷却液（例えば、水又は住友スリーエム社のフロリナート（商品名））が流入口を介して閉空間に送り込まれ、該閉空間内部を通過するとき、平板状コイル群 61 との間で熱交換を行い、平板状コイル群 61 で発生した熱を吸収して高温となった冷却液が流出口を介して外部に排出されるようになっている。

前記平板状コイル群 61 は、図 8（A）において反力キャンセル用磁極ユニット 45 X 1、45 X 2、45 Y 1、45 Y 2 とともに平面視で示されるように、マトリクス状に配列された複数の電機子コイル 63 から構成されている。この電機子コイル 63 は、図 8（B）に示されるように、一辺の長さが P の正形状の底面（XY 平面と平行な面）を有し、Z 軸と平行な中心軸 C X 付近で Z 方向に貫通する中空部を有する角柱状に構成されている。この中空部の断面形状は、一辺の長さが  $P/3$  の正形状となっている。この電機子コイル 63 には、端子 64 a 及び端子 64 b を介して、電流駆動装置 22 から電流が供給される。そして、供給された電流は、中心軸 C X の周りをほぼ様な電流密度（体積密度）で流れる。なお、電機子コイル 63 に流れる電流の電流値及び電流方向は、ステージ制御系 19 によって電流駆動装置 22 を介して個々の電機子コイル 63 毎に制御される。なお、図 8（A）においては、電機子コイル 63 は全て同様に構成されて

ト 4 5 X 1 と同様に構成される。また、前記反力キャンセル用磁極ユニット 4 5 Y 1, Y 2 は、永久磁石 4 8 N, 4 8 S が Y 軸方向に並べられることを除いて、反力キャンセル用磁極ユニット 4 5 X 1 と同様に構成される。

本実施形態の露光装置 1 0 0 においては、図 1 0 に示されるように、レチクル R の走査方向（Y 軸方向）に対して垂直な方向に長手方向を有する長方形（スリット状）の照明領域 I A R でレチクル R が照明され、レチクル R は露光時に - Y 方向に速度  $V_R$  で走査（スキャン）される。照明領域 I A R（中心は光軸 A X とほぼ一致）は投影光学系 P L を介してウエハ W 上に投影され、照明領域 I A R に共役なスリット状の投影領域、すなわち露光領域 I A が形成される。ウエハ W はレチクル R とは倒立結像関係にあるため、ウエハ W は速度  $V_R$  の方向とは反対方向（+ Y 方向）にレチクル R に同期して速度  $V_W$  で走査され、ウエハ W 上のショット領域 S A の全面が露光可能となっている。走査速度の比  $V_W / V_R$  は正確に投影光学系 P L の縮小倍率に応じたものになっており、レチクル R のパターン領域 P A のパターンがウエハ W 上のショット領域 S A 上に正確に縮小転写される。照明領域 I A R の長手方向の幅は、レチクル R 上のパターン領域 P A よりも広く、遮光領域 S T を含む領域の最大幅よりも狭くなるように設定され、レチクル R を走査（スキャン）することによりパターン領域 P A 全面が照明されるようになっている。

以下、本実施形態におけるウエハ W 移動時の各部の作用について説明する。まず、本実施形態におけるウエハ W の移動、すなわち、平面型モータ 5 0 の可動子である駆動用磁極ユニット 5 1 の駆動原理の概要を、図 1 1 ~ 図 1 3 を参照して説明する。

駆動用磁極ユニット 5 1 では、永久磁石群 5 2 N 及び永久磁石群 5 2 S が関わる場合について代表的に示された図 1 1（A）において実線矢印で示されるように、永久磁石群 5 2 N, 5 3 N, 5 4 N が - Z 方向（紙面下向き）の磁束を発生し、また、永久磁石群 5 2 S, 5 3 S, 5 4 S が + Z 方向（紙面上向き）の磁束



は炭素鋼等を採用しているので、渦電流やヒステリシス損が小さく、磁気抵抗を小さく維持することが可能であり、駆動用磁極ユニット 5 1 が移動しても磁束密度の高い磁束を継続的に発生することができる。

以下、駆動用磁極ユニット 5 1 と磁性体部材 6 2 との間の磁束と電機子コイル 6 3 を流れる電流との相互作用で発生するローレンツ電磁力による可動子 5 1 の駆動について説明する。

上記の図 1 1 (B) に示された分布の磁束密度  $B$  の環境中において電機子コイル 6 3 に電流が供給されると、電機子コイル 6 3 にローレンツ電磁力が発生するが、ローレンツ電磁力の大きさ及び方向は、駆動用磁極ユニット 5 1 と平板状コイル群 6 1 との位置関係によって異なる。かかるローレンツ電磁力を考えるにあたって、まず、駆動用磁極ユニット 5 1 と平板状コイル群 6 1 との位置関係が、平面視で図 1 2 (A) に示されるような電機子コイル  $6 3_1$ ,  $6 3_2$ ,  $6 3_3$ ,  $6 3_4$ , ... と、永久磁石群  $5 2 N_1$ ,  $5 2 N_2$ , ... 及び永久磁石群  $5 2 S_1$ ,  $5 2 S_2$ , ... との位置関係にあるとする。なお、図 1 2 (A) においては、電機子コイル  $6 3_1$ ,  $6 3_2$ ,  $6 3_3$ ,  $6 3_4$  を実線で表し、また、永久磁石群  $5 2 N_1$ ,  $5 2 S_1$ ,  $5 2 N_2$ ,  $5 2 S_2$  を点線で表している。

すなわち、電機子コイル  $6 3_1$ ,  $6 3_2$ ,  $6 3_3$ ,  $6 3_4$  が  $X$  方向に順に配列されており、また、永久磁石群  $5 2 N_1$ ,  $5 2 S_1$ ,  $5 2 N_2$ ,  $5 2 S_2$  が  $X$  方向に平行な軸  $X 0$  に沿って順に配列されているとする。そして、電機子コイル  $6 3_1$  の紙面左側の縁と永久磁石群  $5 2 N_1$  の紙面左側の縁とが  $X$  方向に距離  $\Delta X$  だけ離れているとする。

かかる配置関係において、軸  $X 0$  と平行な軸  $X 1$  に沿った点であって、図 1 2 (B) に示されるような、電機子コイル  $6 3_1$ ,  $6 3_2$ ,  $6 3_3$ ,  $6 3_4$  中の点  $Q 1$ ,  $Q 2$ ,  $Q 3$ ,  $Q 4$  について着目してみる。なお、図 1 2 (A) に示されるように、軸  $X 0$  と軸  $X 1$  とは  $Y$  方向に距離  $\delta Y$  だけ離れているものとし、また、点  $Q 1$  と点  $Q 2$  とは  $X$  方向に距離  $P$  だけ離れており、点  $Q 3$  と点  $Q 4$  とは  $X$  方向に